

без ванн; від 11% до 74% – для будинків з місцевими водонагрівачами; від 59% до 96,5% – для будинків з централізованим гарячим водопостачанням.

2. Для переважної кількості інших споживачів розбіжність нормативних значень водоспоживання є несуттєвою.

3. У Словацькій Республіці середньодобова витрата води в житлових будинках на 45% менша, ніж в Україні, а максимальна добова – менша на 40%.

4. Добова витрата води для потреб працівників промислових підприємств в Україні на 5,64% менша, ніж у Словацькій Республіці.

5. Добова витрата води на поливання удосконалених покриттів і зелених насаджень в Україні на 42,86% більше, ніж у Словацькій Республіці.

6. Для обраного прикладу середня добова витрата води із водопровідної мережі населеного пункту в Україні на 44,41% більша, ніж у Словацькій Республіці; максимальна добова витрата води – на 39,88%; мінімальна добова витрата води – на 9,98%.

Література

1. ДБН В.2.5-64:2012. Внутрішній водопровід та каналізація. Частина I. Проектування. Частина II. Будівництво.

2. ДБН В.2.5-74:2013. Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування.

3. Vyhláška č. 684/2006 Z. z. (2006) Vyhláška Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky, ktorou sa ustanovujú podrobnosti o technických požiadavkách na návrh, projektovú dokumentáciu a výstavbu verejných vodovodov a verejných kanalizácií.

ШЛЯХИ ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМ З ЖИРОВМІСНИМИ СТІЧНИМИ ВОДАМИ

Мацієвська О.¹, Лобос-Мойса Е.²

¹ Національний університет "Львівська політехніка", Україна, Львів, *Ok_M@ukr.net*

² Сілезький технологічний університет, Польща, Глівіце, *Ewa.Lobos-Moysa@polsl.pl*

На підприємствах харчової промисловості (м'ясопереробні комбінати, підприємства з виробництва напівфабрикатів, пекарні, кондитерські, молочні заводи тощо), у закладах громадського харчування, а також у житлових будинках утворюються жировмісні стічні води зі значним вмістом FOG (fat, oil and grease). До FOG відносяться тверді (масло, маргарин, сири, сметана, морозиво тощо) та рідкі (рослинні олії, заправки до салатів тощо) за кімнатної температури продукти, а також продукти, які перетворюються на рідину під час теплової обробки, проте тверднуть після охолодження (майонез, соуси, розтоплений м'ясний жир, заправки для салатів тощо).

Концентрація FOG у стічних водах залежить від багатьох факторів, зокрема від моди на дієти зі значними вмістом олії, харчових уподобань населення, використання подрібнювачів харчових відходів тощо. Найнесприятливішими для системи водовідведення є стічні води закладів громадського харчування, в яких концентрація жирів і олій коливається в широкому діапазоні, наприклад, 42–1405 мг/дм³ або навіть сягає значення 6500 мг/дм³. Протягом 2015 р. в країнах, що розвиваються, у розрахунку на одну особу утворювалося близько 50 кг FOG.

Жировмісні стічні води з вмістом спричиняють порушення роботи як внутрішніх систем, так і зовнішніх мереж каналізації. Такі стічні води негативно впливають на очисні споруди водовідведення, зокрема на масообмін кисню в аеротенках, а також на процеси зневоднення осаду стічних вод внаслідок адгезії жиру на його поверхні.

У стічних водах FOG присутні у незміненому та зміненому вигляді, наприклад, після термічної обробки або в результаті реакції з миючими засобами. Жири у стічних водах знаходяться в неемульгованому стані на поверхні води та у вигляді емульсій. Всі вони, незалежно від походження, характеризуються здатністю налипати на внутрішні стінки трубопроводів і водоочисних споруд. Інші домішки стічних вод, зокрема органічного походження, прилипають до жирів та загнивають з утворенням неприємного запаху. Нагромадження таких домішок призводить до зменшення пропускної здатності каналізаційних трубопроводів, аж до повної їх закупорки. Це спричиняє аварійні витoki стічних вод, а отже призводить зокрема до: підтоплення територій, деградації ґрунтів, забруднення підземних вод, забруднення питної води стічними водами, погіршення стану приміщень на перших поверхах будівель тощо. Частка аварій внаслідок закупорки трубопроводів становить у: США – 40–50%, Великій Британії – 50%, Австралії – 21%, Малайзії – до 70% від загальної кількості аварій.

Механізм утворення жирових відкладень у каналізаційних трубопроводах залежить від багатьох факторів і потребує подальших ґрунтовних досліджень. Нині цей механізм можна описати так. У систему каналізації жири надходять у незміненому та зміненому вигляді. Жири перетворюються на вільні жирні кислоти під час високотемпературної обробки або внаслідок життєдіяльності мікроорганізмів у жировловлювачах. Незмінні жири (тригліцериди), які надходять в каналізацію, гідролізуються також до вільних жирних кислот (реакція омилення). У нейтральному середовищі цей процес протікає повільно, проте помітно пришвидшується у присутності основ. Такими каталізаторами є, наприклад КОН та NaOH, які входять до складу миючих засобів. У свою чергу вільні жирні кислоти реагують з основами та утворюють солі, які називають милами.

У більшості бетонних каналізаційних колекторів спостерігається біогенна корозія, внаслідок чого з матеріалу труб вивільняється кальцій. Крім цього кальцій природно присутній у стічних водах. Тому за наявності у стічних водах вільних жирних кислот і йонів кальцію на границі середовищ "жир–вода" або "жир–бетон" спостерігається швидкий процес омилення з утворенням солей жирних кислот. Нагромадження жирових відкладень у трубопроводах викликане не лише процесом омилення, але й агрегацією вивільненого кальцію, жирних кислот та інших домішок стічних вод на внутрішній поверхні труби. Це в свою чергу призводить до утворення затверділих жирових відкладень впереміж з іншими домішками стічних вод. У жирових відкладеннях на стінках труб зафіксовано збільшення концентрації кальцію. Отже, можна зробити припущення, що твердість води впливає на утворення таких відкладень [1].

Особливо вразливими щодо закупорки жировими відкладеннями є внутрішні системи водовідведення житлових будинків. Крім неправильної експлуатації причинами закупорки є помилки, допущені під час проектування та монтажу таких систем. Найпоширенішими помилками є: недотримання необхідного похилу трубопроводу, використання труб меншого діаметра, приєднання каналізаційних стояків до випусків під кутом 90° (оптимальний кут приєднання – 135°). Крім цього, малокваліфіковані монтажники можуть ігнорувати влаштування в системі ревізій та прочисток.

Для видалення жирових відкладень застосовують такі методи: механічне очищення, гідродинамічна промивка, теплова промивка (гарячою водою) та хімічне очищення (спеціальними розчинами). При цьому слід пам'ятати: трубопроводи з ПВД, ПНД і ПВХ призначені для постійного транспортування стічних вод з максимальною температурою 60°C і короткочасного (тривалістю не більше 1 хв) з температурою до 95°C; трубопроводи з ПП

використовують для відведення стічних вод з температурою не вище 80°C. Температура короткочасного транспортування стічних вод для труб з ПП не повинна перевищувати 95°C.

Використовувати металеві засоби для механічного прочищення пластмасових труб заборонено. Засмічення в пластмасових каналізаційних трубопроводах усувають за допомогою поліетиленової труби діаметром до 25 мм, або жорстким гумовим шлангом.

Під час періодичного очищення каналізаційних труб від жиру ефективним є використання сумішей, в яких присутні ферменти – прискорювачі біохімічних процесів.

Для гарантованої роботи всієї системи трубопроводів необхідно проводити її періодичну профілактику і прочищення. Для каналізаційних систем, які інтенсивно експлуатуються (наприклад, заклади громадського харчування, готелі тощо), прочищення труб слід проводити щоквартально.

Шкідливий вплив жировмісних стічних вод нейтралізують за допомогою жировловлювачів – пристроїв для механічного очищення стічних вод від неемульгованих жирів. Використання таких пристроїв дає змогу видалити із стічних вод до 80% жиру.

Жировловлювачі встановлюють якомога ближче до місць відведення стічних вод, за можливості на відкритому повітрі та поза межами руху транспорту. У закладах громадського харчування з щоденним приготуванням до 500 порцій гарячих страв та на підприємствах, що працюють на напівфабрикатах, можна встановлювати компактні герметичні жировловлювачі з повним технологічним циклом та автоматичним керуванням всередині будівель. Сепаратори жиру встановлюють як найближче до місць утворення жиру в окремому опалюваному приміщенні за умов улаштування вентиляції, підведення холодної й гарячої води, організації пожежогасіння та інших запобіжних заходів. У квартирах, приватних будинках, котеджах можливе встановлення компактних жировловлювачів під мийкою [2].

Отже, під час експлуатації системи водовідведення виникають труднощі, спричинені жировмісними стічними водами. З огляду на це актуальним є дослідження ефективних методів утилізації FOG, а головне – можливості їх повторного використання до надходження у каналізаційну систему. До таких методів можна віднести [3–6]:

1. Безпосереднє використання у сільськогосподарському виробництві – один з найдешевших варіантів утилізації FOG. При цьому в ґрунті збільшується вміст органічного вуглецю, гальмується процес вилуговування азоту тощо. Проте, високий вміст жиру може призводити до утворення плівок навколо частинок ґрунту, що запобігатиме доступу води до кореневої систем рослин.

2. Компостування. Кінцевий продукт компостування можна безпосередньо використовувати в сільському господарстві. Проте, нині бракує експериментальних досліджень щодо такого методу утилізації FOG.

3. Складування на комунальних сміттєзвалищах. Метод вважається менш сприятливим з екологічної та економічної точки зору через складність використання метану, утвореного під час розкладання FOG.

4. Виробництво біодизеля, зокрема з використанням відпрацьованої рослинної олії є важливим інструментом для вирішення гострих проблем, викликаних енергетичною кризою та забрудненням довкілля. У світовій практиці метод вважається економічно ефективним завдяки доступності та низьким затратам на придбання сировини. Крім цього, можна заощадити кошти на процесах очищення стічних вод та утилізації відходів. Проте, хімічний склад відходів підприємств харчової промисловості, каналізаційних відкладень та відходів із жировловлювачів є різним. Це так само ускладнює створення уніфікованих технологій та обладнання для виробництва біодизеля із FOG.

5. Спільне зброджування з осадами стічних вод – найперспективніший метод. Доведено, що спільне зброджування FOG з підприємств харчової промисловості з осадами стічних вод у метантенках збільшує вихід біогазу на 30% і більше. Це дає змогу задовольнити половину

потреби очисної станції в електроенергії. Додавання до осадів стічних вод до 4% відходів з жироловлювачів збільшує вихід біогазу на 65%. Проте, за збільшення частки таких відходів у суміші обсяги утвореного біогазу зменшуються. Основні проблеми спільного зброджування пов'язані з коригуванням об'ємів FOG та їх хімічним складом.

Успішне впровадження методів утилізації та повторного використання FOG передбачає створення розгалуженої мережі їх збору в місцях утворення.

Література

1. He, X., Reyes, F.L., Leming, M.L., Dean, L.O., Lappi, S.E., & Ducoste, J.J. (2013). Mechanisms of fat, oil and grease (FOG) deposit formation in sewer lines. *Water research*, 47 13, 4451–4459.
2. ДБН В.2.5-64: 2012. Внутрішній водопровід та каналізація. Частина I. Проектування. Частина II. Будівництво.
3. Lauwers, J., Appels, L., Taes, S., Van Impe, J., Dewil, R. (2012). Anaerobic Co-Digestion of Fats, Oils and Grease (FOG) with Waste Activated-Sludge. *Chemical Engineering Transactions*, 29, 709–714.
4. Arthur, S. & Blanc, J. (2013). Management and Recovery of FOG (fats, oils and greases). *CREW project CD2013/6*.
5. Lauwers, J., Appels, L., Taes, S., Van Impe, J., & Dewil, R. (2012). Anaerobic Co-Digestion of Fats, Oils and Grease (FOG) with Waste Activated-Sludge. *Chemical Engineering Transactions*, 29, 709–714.
6. Klaukancs, E., Sams, K. (2018). Problems with Fat, Oil, and Grease (FOG) in Food Industry Wastewaters and Recovered FOG Recycling Methods Using Anaerobic Co-Digestion: A Short Review. *Key Engineering Materials*, 762, 61–68.

ДЕЯКІ АСПЕКТИ ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ ВПЛИВУ СТІЧНИХ ВОД НА ДОВКІЛЛЯ ЛЬВІВЩИНИ

Мірус О.Л.

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, Україна

Постійне розростання міст, збільшення кількості населення, розвиток промисловості неминує призводить до збільшення споживання води і, одночасно, до зростання рівня її забруднення, яке вже видно навіть неозброєним оком не лише в річках і озерах, але навіть у морях і океанах [1].

Відомо, що 4% від загальної кількості води земної кулі є прісною і лише 2% від неї є доступною.

Україну вважають найменш забезпеченою водними ресурсами в Європі. У мало дощові роки на одного мешканця припадає 1000 м³ води, що у 10 разів менше, ніж у багатих на воду країнах. Для збалансування водних ресурсів в Україні збудовано більше 100 водоймищ, 26 тисяч озер.

На Львівщині у 50 – 60-ті роки ХХ ст., коли бурхливо розвивалась промисловість, було вирішено утворити Буське море, а потім і Львівське море. Але все обмежилось лише